



# Boletín médico del Hospital Infantil de México

[www.elsevier.es/bmhim](http://www.elsevier.es/bmhim)



## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

# Confiabilidad de la detección de problemas de desarrollo mediante el semáforo de la prueba de Evaluación del Desarrollo Infantil: ¿es diferente un resultado amarillo de uno rojo?



Antonio Rizzoli-Córdoba<sup>a,\*</sup>, Fernando Ortega-Ríosvelasco<sup>a</sup>,  
Miguel Ángel Villasís-Keever<sup>b</sup>, Mariel Pizarro-Castellanos<sup>a</sup>,  
Guillermo Buenrostro-Márquez<sup>a</sup>, Daniel Aceves-Villagrán<sup>c</sup>,  
Gabriel O'Shea-Cuevas<sup>d</sup> y Onofre Muñoz-Hernández<sup>e</sup>

<sup>a</sup> Unidad de Investigación en Neurodesarrollo, Hospital Infantil de México Federico Gómez, México D.F., México

<sup>b</sup> Unidad de Investigación en Epidemiología Clínica, Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Pediatría, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano de Seguro Social, México D.F., México

<sup>c</sup> Dirección General del Programa Oportunidades, Comisión Nacional de Protección Social en Salud, México D.F., México

<sup>d</sup> Comisión Nacional de Protección Social en Salud, México

<sup>e</sup> Dirección de Investigación, Hospital Infantil de México Federico Gómez, México D.F., México

Recibido el 23 de julio de 2014; aceptado el 8 de octubre de 2014

Disponible en Internet el 12 de noviembre de 2014

### PALABRAS CLAVE

Prueba Evaluación del Desarrollo Infantil;  
Desarrollo infantil;  
Tamizaje;  
Inventario de Desarrollo de Battelle 2.<sup>a</sup> edición

### Resumen

**Introducción:** La prueba Evaluación del Desarrollo Infantil (EDI) es un instrumento de tamizaje de problemas en el desarrollo diseñado y validado en México. La calificación obtenida se expresa como semáforo. Se consideran positivos tanto el resultado amarillo como el rojo, aunque se plantea una intervención diferente para cada uno. El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad de la prueba EDI para discriminar entre los niños identificados con semáforo amarillo y los identificados con rojo al compararse con el Inventario de Desarrollo de Battelle 2.<sup>a</sup> edición (IDB-2) en cuanto al cociente de desarrollo del dominio (CDD).

**Métodos:** El análisis se llevó a cabo utilizando la información obtenida para el estudio de la validación. Se excluyeron los pacientes con resultado normal (verde) en EDI. Se utilizaron 2 puntos de CDD (IDB-2) por dominio: <90 para incluir normal-bajo y <80 para diagnóstico de retraso. Se analizó el resultado con base en la correlación del resultado del semáforo de EDI (amarillo o rojo) y el IDB-2, total y por subgrupos de edad.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [antoniorizzoli@gmail.com](mailto:antoniorizzoli@gmail.com) (A. Rizzoli-Córdoba).

**KEYWORDS**

Child Development  
Evaluation test;  
Child development;  
Screening;  
Battelle Development  
Inventory 2nd edition

**Resultados:** Al considerar un CDD < 90 en amarillo, el 86.8% tuvo al menos un dominio afectado, y el 50%, 3 o más dominios, en comparación con el 93.8% y el 78.8% para el resultado en rojo, respectivamente. Hubo diferencias en todos los dominios entre amarillos y rojos ( $p < 0.001$ ) para el porcentaje de niños con un CDD < 80: cognitivo (36.1 vs. 61.9%); comunicación (27.8 vs. 50.4%); motor (18.1 vs. 39.9%); personal-social (20.1 vs. 28.9%); y adaptativo (6.9 vs. 20.4%).

**Conclusiones:** Los resultados de semáforo (amarillo o rojo) permiten identificar diferente magnitud de los problemas en el desarrollo y apoyan intervenciones diferenciadas.

© 2014 Hospital Infantil de México Federico Gómez. Publicado por Masson Doyma México S.A. Todos los derechos reservados.

## Reliability for detection of developmental problems using the semaphore from the Child Development Evaluation test: Is a yellow result different from a red result?

**Abstract**

**Background:** The Child Development Evaluation (CDE) is a screening tool designed and validated in Mexico for detecting developmental problems. The result is expressed through a semaphore. In the CDE test, both yellow and red results are considered positive, although a different intervention is proposed for each. The aim of this work was to evaluate the reliability of the CDE test to discriminate between children with yellow/red result based on the developmental domain quotient (DDQ) obtained through the Battelle Development Inventory, 2nd edition (in Spanish) (BDI-2).

**Methods:** The information was obtained for the study from the validation. Children with a normal (green) result in the CDE were excluded. Two different cut-off points of the DDQ were used (BDI-2): < 90 to include low average, and developmental delay was considered with a cut-off < 80 per domain. Results were analyzed based on the correlation of the CDE test and each domain from the BDI-2 and by subgroups of age.

**Results:** With a cut-off DDQ < 90, 86.8% of tests with yellow result (CDE) indicated at least one domain affected and 50% 3 or more compared with 93.8% and 78.8% for red result, respectively. There were differences in every domain ( $P < 0.001$ ) for the percent of children with DDQ < 80 between yellow and red result (CDE): cognitive 36.1% vs. 61.9%; communication: 27.8% vs. 50.4%, motor: 18.1% vs. 39.9%; personal-social: 20.1% vs. 28.9%; and adaptive: 6.9% vs. 20.4%.

**Conclusions:** The semaphore result yellow/red allows identifying different magnitudes of delay in developmental domains or subdomains, supporting the recommendation of different interventions for each one.

© 2014 Hospital Infantil de México Federico Gómez. Published by Masson Doyma México S.A. All rights reserved.

## 1. Antecedentes

La prueba de Evaluación del Desarrollo Infantil (EDI) es una herramienta de tamizaje diseñada para la detección de problemas en el neurodesarrollo. Fue elaborada en México y está dirigida a niños desde un mes de vida hasta un día antes de cumplir los 5 años de edad. La prueba EDI fue desarrollada por un grupo de expertos en Pediatría, Neurología Pediátrica y Psicología, con el propósito de disponer de un instrumento confiable y de fácil aplicación en el primer nivel de atención. Lo anterior se determinó después de analizar que, a pesar de la existencia de pruebas psicométricas validadas para la detección de niños con problemas del neurodesarrollo, no había alguna que pudiera ser aplicada para la población mexicana y que ayudara al sistema de salud para su detección y tratamiento oportuno<sup>1,2</sup>. La mayoría de las pruebas para evaluar el neurodesarrollo disponibles en la actualidad están diseñadas para ser utilizadas por especialistas, y para

su aplicación se requiere de una inversión considerable de tiempo (hasta horas), lo cual las hace poco prácticas para su uso por personal de salud a nivel comunitario<sup>3</sup>.

Para lograr que la prueba EDI fuera confiable, el proceso de elaboración y desarrollo se llevó a cabo de manera que, como cualquier prueba o escala que mide algún estado de salud, tuviera los aspectos que desde el punto de vista psicométrico determinan la validez y reproducibilidad<sup>4</sup>. Para este propósito, el grupo de expertos le confirió a la prueba EDI la validez de apariencia, de contenido y de constructo, ya que integra los elementos necesarios para la detección de problemas del neurodesarrollo en los niños menores de 5 años al incluir los siguientes cinco ejes:

1. Factores de riesgo biológico (por ejemplo: edad de la madre, problemas durante el embarazo o al nacimiento).
2. Señales de alerta (aspectos que pudieran evidenciar algún problema en el desarrollo).

3. Señales de alarma (en caso de estar presente al menos una, requiere referencia y valoración rápida).
4. Exploración neurológica (movimientos de la cara, ojos y cuerpo; perímetro cefálico).
5. Áreas del desarrollo (se evalúan los dominios motor fino, motor grueso, lenguaje, social y conocimiento)<sup>1,2</sup>.

Como parte del proceso de elaboración, el grupo de expertos consideró necesario que después de la aplicación de la prueba EDI, la evaluación tuviera como efecto llevar a cabo intervenciones o acciones para mejorar el estado de salud de los niños.

De esta forma, los resultados posibles de la prueba EDI son los siguientes:

- a) Desarrollo normal (clasificado como «verde»). Es decir, el niño(a) ha alcanzado los hitos del desarrollo correspondientes a su grupo de edad, no tiene ninguna señal de alarma ni alteración en el eje de exploración neurológica.
- b) Retraso en el desarrollo (clasificado como «amarillo»). Es cuando el niño(a) no ha alcanzado los hitos del desarrollo correspondientes a su grupo de edad pero sí cumple con los hitos de la edad anterior; no tiene señales de alarma y la exploración neurológica es normal.
- c) Riesgo de retraso (clasificado como «rojo»). En este grupo se considera al niño(a) que no ha alcanzado los hitos del grupo de edad al que pertenece o del grupo inmediato anterior, o porque presenta alteración en la exploración neurológica o tiene señales de alarma<sup>1</sup>.

Es conveniente señalar que se escogieron estos tres colores para simular un semáforo, e indicar las acciones a realizar. Así, para quienes son clasificados como amarillo, en virtud de que no existe una clara alteración en el neurodesarrollo, se recomienda dar indicaciones de estimulación temprana y realizar una nueva evaluación dentro de los siguientes 3 meses; en caso de que se documente nuevamente la clasificación de amarillo entonces se deben reclasificar dentro del grupo rojo. Por su parte, se clasifica como rojo a aquel paciente que necesita de una evaluación subsecuente de manera inmediata para determinar la posible causa de la alteración.

De acuerdo con el programa planteado en un principio, los niños menores de 16 meses de edad clasificados en rojo deberán ser referidos a un pediatra para descartar que exista una condición médica (como déficit auditivo, visual, enfermedad neurológica, genética, etcétera). En el caso de los mayores de 16 meses de edad, es necesario confirmar o descartar el retraso en el desarrollo con una de las pruebas consideradas como estándar de oro o estándar de referencia. Para ello, un psicólogo capacitado deberá aplicar alguna, como el Inventario de Desarrollo de Battelle 2.<sup>a</sup> edición en español (IDB-2)<sup>5</sup>. Tras su aplicación, al confirmar retraso en el desarrollo o detectar alguna enfermedad específica, el niño(a) será derivado al especialista correspondiente. Finalmente, todos los niños clasificados como verde no requieren de intervención alguna ya que su desarrollo es normal<sup>1</sup>.

Conviene señalar que la prueba EDI es de tamizaje, por lo que no explora de manera precisa cada uno de los componentes del neurodesarrollo. Por esto, el grupo de expertos

estableció la necesidad de aplicar otra prueba para establecer con certeza si un niño(a) tiene o no problemas del desarrollo.

Posteriormente, como parte del proceso para profundizar si la prueba EDI cumplía con otras propiedades psicométricas, se llevó a cabo la comparación con un estándar de oro para determinar la validez de criterio. Para lograrlo, se evaluaron 438 niños en quienes, además de aplicar la prueba EDI, se llevaron a cabo las pruebas IDB-2 y la escala Bayley-III. Estas dos últimas pruebas se utilizaron como punto de corte para establecer que un niño(a) tenía un desarrollo normal, con un valor de cociente de desarrollo total (CDT)  $\geq 90$ . En el primer análisis realizado se encontró globalmente que la prueba EDI tuvo una sensibilidad —capacidad para detectar problemas en el desarrollo, casos clasificados como amarillo o rojo— del 81% (IC 95% = 75-86%) y especificidad —capacidad para detectar niños sin problemas en el desarrollo, casos clasificados como verde— del 61% (IC 95% = 54-67%). Si bien la capacidad de la detección de niños normales fue menor, con estos resultados se estableció que la prueba EDI es una prueba de tamizaje apropiada ya que identificaba mejor a los niños con problemas del desarrollo. De esta manera, el sistema de salud podría proveerles oportunamente de intervenciones encaminadas a mejorar las capacidades de los niños<sup>6</sup>.

En el análisis aquí descrito no se desglosó la información para documentar si existían diferencias clínicas entre los niños clasificados como amarillo o rojo, lo cual podría ser importante para planear y dirigir estrategias o intervenciones diferenciadas en cada caso particular. Por esta razón, el objetivo de este estudio fue evaluar la capacidad de la prueba EDI para discriminar entre los niños identificados como amarillo y los clasificados como rojo, al compararse con IDB-2 en cuanto al puntaje de CDT y al puntaje escalar de los dominios.

## 2. Métodos

Se presenta un análisis adicional de la información descrita previamente, donde las características del diseño, los criterios de inclusión y exclusión, la forma de recolección de la información se da a conocer detalladamente<sup>6</sup>. Brevemente, se trató de un estudio transversal donde se incluyeron 438 niños desde un mes de vida hasta un día antes de cumplir los 5 años de edad, quienes vivían en medio urbano, suburbano o rural en 3 entidades de la República Mexicana: Chihuahua, Yucatán y Distrito Federal. El espectro de la población incluyó niños tanto con factores de riesgo biológico o factores de riesgo ambiental como niños sin riesgo para retraso en el desarrollo. Se excluyeron niños con alteraciones neurológicas evidentes. Se utilizó como estándar de oro el IDB-2 en todas las sedes, aunque en el Distrito Federal también se utilizó Bayley-III. A cada participante se le aplicó la prueba EDI y la prueba IDB-2 el mismo día o en un lapso no mayor de una semana. La persona que aplicó la IDB-2 o Bayley-III no conocía el resultado de la prueba de EDI. La calificación de las pruebas y la captura de la información se llevaron a cabo a nivel central.

Para el presente estudio, los resultados se analizaron tomando como base los resultados de la prueba EDI y los obtenidos en cada uno de los dominios y subdominios del

IDB-2. Para los dominios se utilizó el CDT, que tiene como parámetros normales un promedio de 100 y una desviación estándar (DE) de 15. Este valor se obtiene a partir de la suma de los puntajes obtenidos para cada uno de los cinco dominios evaluados. De forma similar, el cociente de desarrollo de cada dominio (CDD) se obtiene a partir de la suma de los puntajes obtenidos para cada subdominio<sup>3</sup>. Se utilizaron dos puntos de corte: a) cociente de desarrollo (CD) < 80, que incluye las categorías de retraso leve (CD = 70-79), y retraso significativo (CD < 70), ya que si el resultado del CDT está dentro de estos valores, el 100% tiene al menos un área con un puntaje menor a -1DE y 78.3% menor a -2DE; y b) CD < 90, para incluir además la categoría de normal-bajo (CD de 80 a 89); en estos valores, el 23% tiene al menos un área con un puntaje < -1 DE y el 2.2% < -2 DE. Por otro lado, en cuanto a los subdominios, se utilizó puntación Z tomando como punto de corte un valor < -1.33 DE, que es equivalente a un CD < 80, y que lo coloca en rango de retraso, dado que el puntaje por subdominio tiene un promedio 10 (DE = 3). Por lo anterior, fueron considerados como «falsos positivos» todos los participantes que obtuvieron como resultado en la prueba de tamizaje amarillo o rojo, y en la prueba IDB-2 un CDT mayor o igual a los puntos de corte establecidos. Estos análisis se realizaron de manera estratificada en los siguientes dos grupos de edad: a) de un mes a 15 meses y b) de 16 a 59 meses.

El estudio fue aprobado por las Comisiones de Investigación, Ética y Bioseguridad del Hospital Infantil de México Federico Gómez. Los padres de todos los participantes firmaron el consentimiento informado.

## 2.1. Análisis estadístico

Los datos se muestran como frecuencia absoluta (n) y relativa (%), además de presentar mediana y rango intercuartílico para las variables numéricas. Para evaluar diferencias entre categorías, se utilizó la prueba  $\chi^2$  o la prueba exacta de Fisher. Se consideró como significación estadística un valor de  $p < 0.05$  a dos colas. Los diferentes análisis se realizaron utilizando el paquete IBM SPSS versión 19.0.

## 3. Resultados

De los 438 participantes en el estudio de validación, el 41.3% (n = 181) obtuvo un resultado normal (verde), por lo cual se excluyeron para este estudio. De esta forma, el presente análisis corresponde a 257 niños cuyo resultado fue anormal en la prueba EDI, es decir, quienes se calificaron en amarillo o rojo. De este total, en el 56% (n = 144) el resultado fue amarillo o con retraso en el desarrollo, mientras que en el 44% restante (n = 113) fue rojo o con riesgo de retraso.

La mediana del CDT en los niños con resultado amarillo fue de 88.5 (rango intercuartílico de 67.8-109.3), la cual fue significativamente mayor ( $p < 0.0001$ ) a la del grupo rojo, que fue de 78 (rango intercuartílico de 60-96). Tomando como base la distribución del CDT para las categorías de desarrollo anormal (amarillo vs. rojo), el porcentaje de «falsos positivos» (CDT  $\geq 90$ ) fue del 46.5% para los que obtuvieron un resultado en amarillo y del 21.2% para los de resultado rojo en la prueba EDI (fig. 1).

### 3.1. Número de dominios afectados

Se utilizaron dos puntos de corte para el CDD en el análisis de los cinco dominios evaluados. Al considerar un CDD < 90 con resultado en amarillo, el 86.8% tuvo, al menos, un dominio afectado y el 50% tuvo tres o más dominios, en comparación con el 93.8% y el 78.8%, respectivamente, de los que obtuvieron un resultado en rojo. Al considerar un CDD < 80 (retraso y retraso significativo) con resultado en amarillo, el 56.4% tuvo al menos un dominio afectado y el 14.6% tuvo tres o más dominios, comparado con el 81.4% y el 39.8% de los que obtuvieron un resultado en rojo, respectivamente (tabla 1). La diferencia de ambas proporciones fue estadísticamente significativa ( $p < 0.001$ ).

### 3.2. Análisis por dominio

Se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de participantes con dominios afectados (punto de corte CDD < 90) entre los que obtuvieron un resultado amarillo y rojo: cognitivo (68.8 vs. 84.1%); comunicación (59% vs. 74.3%); personal-social (46.5 vs. 75.2%); motor (38.9 vs. 64.6%); y adaptativo (31.2 vs. 58.4%) (tabla 2). Con ese mismo punto de corte en el análisis por edad, se encontraron diferencias significativas entre resultados de EDI (amarillo vs. rojo) en todos los dominios, excepto en el dominio de comunicación en el subgrupo de 1-15 meses. En el subgrupo de 16-59 meses se hallaron diferencias estadísticamente significativas para todos los dominios, excepto el cognitivo.

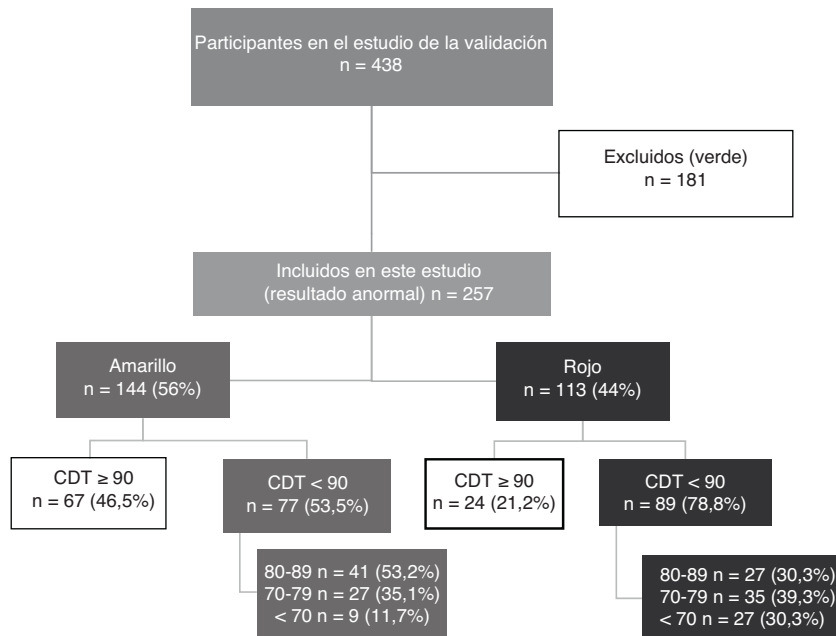
Al considerar solamente los dominios con retraso o retraso significativo (CDD < 80) también se observó que el grupo rojo tuvo mayor frecuencia de alteraciones (tabla 3), lo cual resultó estadísticamente significativo ( $p \leq 0.001$ ) para todos los dominios: cognitivo (36.1 vs. 61.9%); comunicación (27.8 vs. 50.4%); motor (18.1 vs. 39.9%); personal-social (20.1 vs. 28.9%); y adaptativo (6.9 vs. 20.4%) (fig. 2). En el subgrupo de 1-15 meses solamente se observaron diferencias significativas para los dominios cognitivo, personal-social y motor; mientras tanto, en el subgrupo de 16-59 meses las diferencias fueron significativas para todos los dominios.

### 3.3. Análisis por subdominio

Se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los participantes con resultado amarillo vs. rojo para todos los subdominios, excepto comunicación receptiva y motor fino (tabla 3). En el subgrupo de 16-59 meses se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre amarillos y rojos en todos los subdominios, excepto comunicación receptiva, motor fino y atención y memoria.

Las diferencias significativas observadas entre amarillos y rojos en los dominios cognitivo (25.3 vs. 49.1%), personal-social (12 vs. 31.6%) y motor (26.7 vs. 43.9%) se pueden explicar porque los porcentajes de afectación se presentaron para subdominios específicos: atención y memoria (21.6 vs. 39.1%) para el dominio cognitivo; autoconcepto y rol social (18.9 vs. 35.7%) para el dominio personal-social; y motor grueso (18.7 vs. 36.8%) para el dominio motor.

En los mayores de 16 meses, entre los niños con resultado en amarillo y rojo, existen diferencias significativas



**Figura 1** Distribución de los participantes del estudio por resultado en la prueba EDI y categoría en el cociente de desarrollo total (CDT).

en todos los dominios y en todos los subdominios, excepto atención y memoria, interacción con adultos, motor fino y comunicación receptiva (fig. 3).

#### 4. Discusión

Este estudio demuestra, con mayor profundidad, que la propuesta de otorgar una calificación en forma de semáforo en verde, amarillo y rojo después de aplicar la prueba EDI en niños menores de 5 años es apropiada. De esta forma, se puede confirmar que el hecho de no obtener un resultado normal (verde) en la prueba de tamizaje sugiere fuertemente que dicho niño(a) presenta algún grado de alteración

en el desarrollo. En particular, los resultados de este estudio muestran cómo los niños calificados en amarillo tienen mucho menos afección en el neurodesarrollo que los casos clasificados en rojo, y esto apoya intervenciones diferentes. Sin embargo, la discriminación no es tan clara cuando se analiza por dominio, en especial en comunicación y cognición.

Como se puede observar en la tabla 1, el 86.8% de los niños con resultado en amarillo y el 93.8% de los niños en rojo tienen, al menos, un dominio con un CDD < 90, y se pueden beneficiar de una intervención para favorecer el desarrollo. En función de los resultados obtenidos, las posibles intervenciones requerirían de una magnitud diferente, ya que el

**Tabla 1** Distribución del número de dominios afectados considerando 2 puntos de corte diferente (< 80 y < 90) y el resultado en la prueba EDI\*

Participantes con resultado positivo en la prueba EDI	Número de dominios afectados, n (%)					
	0	1	2	3	4	5
<b>Punto de corte: CD &lt; 90</b>						
Total (n = 257)	26 (10.1)	39 (15.1)	31 (12.1)	48 (18.7)	55 (21.4)	58 (22.6)
Tipo de resultado						
Amarillo (n = 144)	19 (13.2)	31 (21.5)	22 (15.3)	26 (18.1)	31 (21.5)	15 (10.4)
Rojo (n = 113)	7 (6.2)	8 (7.1)	9 (8)	22 (19.5)	24 (21.2)	43 (38.1)
<b>Punto de corte: CD &lt; 80</b>						
Total (n = 257)	84 (32.7)	62 (24.1)	45 (17.5)	33 (12.8)	21 (8.2)	12 (4.7)
Tipo de resultado						
Amarillo (n = 144)	63 (43.6)	38 (26.4)	22 (15.3)	11 (7.6)	8 (5.6)	2 (1.4)
Rojo (n = 113)	21 (18.6)	24 (21.2)	23 (20.4)	22 (19.5)	13 (11.5)	10 (8.8)

\*Prueba  $\chi^2$   $p < 0.001$  para ambos puntos de corte de cociente de desarrollo.



**Tabla 2** Dominios con cociente de desarrollo (CD) < 90 para los diferentes resultados de la prueba EDI

IDB-2	Resultado en la prueba EDI, n (%)								
Dominio <sup>a</sup>	Amarillo			Rojo			<i>p</i> <sup>a</sup>		
	Total n = 144	1-15 m n = 75	16-59 m n = 69	Total n = 113	1-15 m n = 57	16-59 m n = 56	Total	1-15m	16-59m
Motor	56 (38.9)	35 (46.7)	21 (30.4)	73 (64.6)	39 (68.4)	34 (60.7)	< 0.001	0.013	0.001
Comunicación	85 (59)	42 (56)	43 (62.3)	84 (74.3)	40 (70.2)	44 (78.6)	0.010	0.096	0.049
Adaptativo	45 (31.2)	24 (32)	21 (30.4)	66 (58.4)	34 (59.6)	32 (57.1)	< 0.001	0.002	0.003
Personal-social	67 (46.5)	31 (41.3)	36 (52.2)	85 (75.2)	41 (71.9)	44 (78.6)	< 0.001	< 0.001	0.002
Cognitivo	99 (68.8)	45 (60)	54 (78.3)	95 (84.1)	44 (77.2)	51 (91.1)	0.005	0.037	0.052

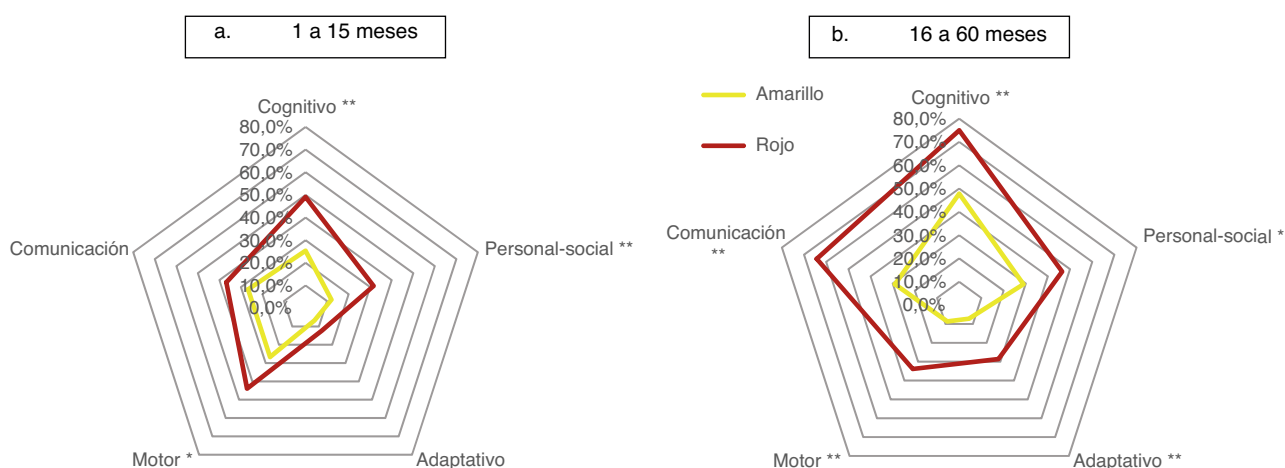
<sup>a</sup> Prueba  $\chi^2$  entre amarillo y rojo para evaluar diferencias por cada dominio y subdominio.

78.8% de los niños identificados en rojo tienen tres o más dominios con CDD < 90 (de normal-bajo a retraso grave), y el 81.4% al menos un dominio en rango de retraso o retraso significativo (CDD < 80), comparado con el 50% y el 56.3% para los niños con resultado en amarillo, respectivamente.

Por otro lado, es conveniente considerar las posibles explicaciones para que la EDI no pueda discriminar entre amarillo y rojo en los subdominios atención y memoria. De acuerdo con el IDB-2<sup>7</sup>, en niños menores de 18 meses están enfocados a evaluar el seguimiento visual, conducta anticipatoria (requiere percibir que alguien se le acerque), seguimiento auditivo y prestar atención a sonidos. Los reactivos del subdominio de autoconcepto y rol social<sup>8</sup> en este mismo grupo evalúan la respuesta a la interacción con adultos y expresión de emociones. Para poder realizar esto, al igual que para el subdominio de atención y memoria, es necesario que el niño(a) pueda ver y oír adecuadamente, por lo que un retraso en estos subdominios puede estar asociado directamente con problemas visuales o auditivos. Por lo anterior, cuando se detecta un niño(a) como amarillo, inicialmente puede ser suficiente ofrecer un consejo para favorecer conductas de seguimiento visual y auditivo, así como favorecer conductas anticipatorias, mientras que ante la detección de niños en rojo sería de ayuda hacer una referencia de forma más oportuna para una valoración por un

especialista. En vista de que los niños clasificados en rojo tienen una frecuencia más alta de retraso para los subdominios atención y memoria (tabla 3), sería más conveniente recomendar una valoración pediátrica para descartar problemas visuales o auditivos. Como se estipula en la NOM-015-SSA3-2012<sup>9</sup>, el diagnóstico de alteraciones de origen congénito que producen discapacidad auditiva debe ser realizado antes de los 3 meses de edad y, preferentemente, por audiología, así como la detección temprana de discapacidad visual y estimulación temprana en caso de discapacidad visual congénita.

Por su parte, la evaluación del subdominio motor grueso<sup>10</sup> en este periodo incluye el sostén cefálico, movimiento de extremidades, sedestación, gateo, bipedestación y deambulación. En caso de detectar retraso en este subdominio, es fundamental la valoración especializada para establecer un diagnóstico neurológico más preciso (por ejemplo, cuatriparemia o hemiplejía). Dado que una de las valoraciones del eje de exploración neurológica es la asimetría en movimientos corporales, y preguntas relacionadas con este dominio se incluyen en las señales de alarma, los niños con resultado en amarillo y retraso en este dominio podrían mejorar con recomendaciones a la madre para que realice masajes y ejercicios para aumentar el tono y favorecer las actividades motoras. Sin embargo, si el niño persiste con



**Figura 2** Porcentaje de niños por dominio afectado (CD < 80) y grupo de edad, comparando el resultado de la prueba EDI. Se utilizó la prueba  $\chi^2$  para evaluar las diferencias: \* $p < 0.05$  y \*\* $p < 0.01$  entre amarillos y rojos para el grupo de edad señalado en el recuadro. El resto de los dominios no tuvieron diferencias estadísticamente significativas.

**Tabla 3** Dominios y subdominios con retraso para los diferentes resultados de la prueba EDI

IDB-2	Resultado en la prueba EDI, n (%)						<i>p</i> <sup>*</sup>		
	Amarillo			Rojo			Total	1-15 m	16-59 m
	Total n = 144	1-15 m n = 75	16-59 m n = 69	Total n = 113	1-15 m n = 57	16-59 m n = 56			
<i>Motor</i>	26 (18.1)	20 (26.7)	6 (8.7)	44 (39.9)	25 (43.9)	19 (33.9)	< 0.001	0.039	< 0.001
Motor grueso (MG)	21 (14.6)	14 (18.7)	7 (10.1)	36 (31.9)	21 (36.8)	15 (26.8)	0.001	0.019	0.015
Motor fino (MF)	35 (24.3)	20 (26.7)	17 (29.8)	34 (30.1)	15 (21.7)	17 (30.4)	0.299	0.689	0.272
Motor perceptual (MP) <sup>a</sup>	7 (15.6)	—	7 (15.6)	15 (34.1)	—	15 (34.1)	0.043	—	0.043
<i>Comunicación</i>	40 (27.8)	20 (26.7)	20 (29)	57 (50.4)	21 (36.8)	36 (64.3)	< .001	0.211	< .001
Comunicación receptiva (CR)	54 (37.8)	27 (36.5)	27 (39.1)	54 (48.2)	24 (42.1)	30 (54.5)	0.094	0.513	0.087
Comunicación expresiva (CE)	27 (18.9)	8 (10.8)	19 (27.5)	42 (37.5)	8 (14)	34 (61.8)	0.001	0.576	< 0.001
<i>Adaptativo</i>	10 (6.9)	5 (6.7)	5 (7.2)	23 (20.4)	7 (12.3)	16 (28.6)	0.001	0.266	0.002
Autocuidado (AC)	12 (8.4)	5 (6.8)	7 (10.1)	27 (24.1)	7 (12.3)	20 (36.4)	0.001	0.277	< 0.001
Responsabilidad personal (RP) <sup>a</sup>	3 (6.7)	—	3 (6.7)	15 (34.1)	—	15 (34.1)	0.001	—	< 0.001
<i>Personal-social</i>	29 (20.1)	9 (12)	20 (29)	44 (28.9)	18 (31.6)	26 (46.4)	0.001	0.006	0.044
Interacción con adultos (IA)	37 (25.9)	9 (12.2)	28 (40.6)	42 (37.8)	10 (17.9)	32 (58.2)	0.041	0.363	0.051
Interacción con pares (IP) <sup>a</sup>	6 (13.3)	—	6 (13.3)	23 (52.3)	—	23 (52.3)	< 0.001	—	< 0.001
Autoconcepto y rol social (RS)	39 (27.3)	14 (18.9)	25 (36.2)	50 (45)	20 (35.7)	30 (54.5)	0.003	0.031	0.041
<i>Cognitivo</i>	52 (36.1)	19 (25.3)	33 (47.8)	70 (61.9)	28 (49.1)	42 (75)	< 0.001	0.005	0.002
Atención y memoria (AM)	43 (30.1)	16 (21.6)	30 (52.6)	61 (54.5)	27 (39.1)	31 (56.4)	< 0.001	< 0.001	0.056
Percepción y conceptos (PC)	25 (17.5)	3 (4.1)	22 (31.9)	35 (31.2)	3 (5.3)	32 (58.2)	0.01	0.743	0.003
Razonamiento y habilidades académicas (RA) <sup>a</sup>	10 (22.2)	—	10 (22.2)	25 (56.8)	—	25 (56.8)	0.001	—	0.001

Los dominios aparecen en cursiva y los subdominios en letra redonda.

Para cada dominio se tomó como punto de corte un cociente de desarrollo (CD) < 80. Para cada subdominio se tomó como punto de corte un puntaje escalar (PE) < -1.33 desviaciones estándar (DE).

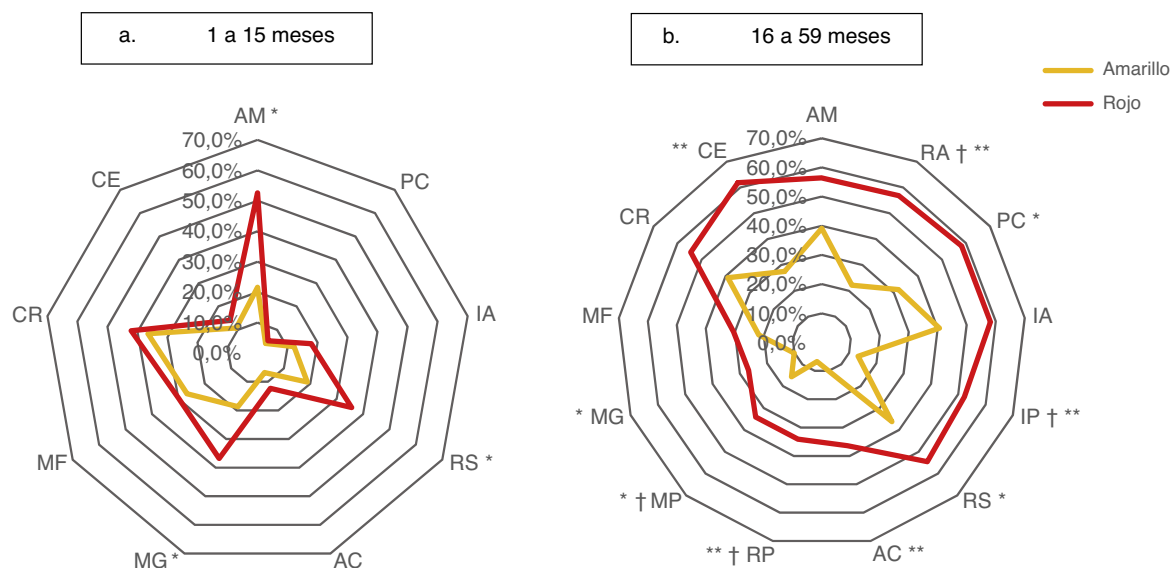
<sup>a</sup> Estas categorías solo se evaluaron en pacientes a partir de los 24 meses. Por lo anterior, el total de participantes para estos subdominios fue de n = 45 (amarillo) y n = 44 (rojo).

\* Prueba  $\chi^2$  entre amarillo y rojo para evaluar diferencias por cada dominio y subdominio.

resultado amarillo en dos evaluaciones (6 meses) deberá considerarse como rojo y ser referido al especialista para su valoración<sup>1</sup>.

En el análisis por subdominios en el grupo de 16 a 59 meses se observaron prevalencias altas de retraso (superiores al 50%) en los niños con resultado en rojo en la prueba EDI en atención y memoria, razonamiento y habilidades

académicas, percepción y conceptos, interacción con pares, interacción con adultos, así como en autoconcepto, rol social y comunicación expresiva. Esta observación refuerza la necesidad de la aplicación de una prueba que evalúe con mayor exactitud cada uno de los aspectos del neurodesarrollo, como el IDB-2. De esta forma, se podrá identificar el o los problemas en alguno de estos subdominios, y establecer



**Figura 3** Porcentaje de niños por subdominio evaluado afectado\* (IDB-2) y grupo de edad, comparando el resultado en la prueba EDI. Dominio cognitivo (AM: atención y memoria; PC: percepción y conceptos; RA: razonamiento y habilidades académicas); Dominio personal-social (IA: interacción con adultos; IP: interacción con pares; RS: rol social y autoconcepto); Dominio adaptativo (AC: autocuidado; RP: responsabilidad personal); Dominio motor (MF: motor fino; MG: motor grueso; MP: motor perceptual); Dominio comunicación (CE: comunicación expresiva; CR: comunicación receptiva). †Estos subdominios solo se evalúan a partir de los 24 meses de edad. \*Prueba  $\chi^2$  de Pearson  $< 0.05$  entre amarillos y rojos para los subdominios marcados. \*\*  $\chi^2$  de Pearson  $p \leq 0.001$ . El resto de los subdominios no tuvieron diferencias estadísticamente significativas.

un consejo individual para cada caso donde se refuercen las prácticas de crianza o las acciones necesarias para que el niño cuente con un ambiente enriquecido y, con ello, mejorar el nivel de desarrollo.

Además de considerar las posibles repercusiones clínicas individuales del resultado de la aplicación de la prueba EDI, es necesario tomar en cuenta que la detección de problemas en el neurodesarrollo a nivel poblacional puede dar como resultado implicaciones para el sistema de salud o a la familia. Por ejemplo, teniendo en cuenta lo reportado en el presente estudio, el hecho de que la clasificación en amarillo y rojo identifique a niños con menor y mayor afección en el desarrollo, respectivamente, es favorable de alguna manera ya que se podrán canalizar estos pacientes a diferentes especialistas (al pediatra, en el caso de amarillo, y al psicólogo para aplicación de pruebas confirmatorias de neurodesarrollo, en el caso de rojo) evitando la saturación de servicios y retrasar evaluaciones subsecuentes. Sin embargo, la aplicación de la prueba EDI a nivel nacional lleva consigo el tener disponible a nivel comunitario, jurisdiccional y estatal un sistema de referencia y contrarreferencia efectivo para que los niños identificados con alteraciones puedan recibir una atención médica apropiada y oportuna, tanto para establecer el diagnóstico como para otorgar, en su caso, el tratamiento correspondiente. Esto implica, entre otras cosas, la necesidad de que los servicios de salud cuenten con personal de salud suficiente y capacitado en cada uno de los niveles de atención.

Finalmente, es conveniente mencionar que los resultados de este estudio deberán tomarse con reserva, en virtud de sus limitaciones. Los datos descritos no provienen de

una población representativa de la población menor de 5 años del país, por lo que una vez que se tengan mayores datos de la aplicación de la prueba EDI se podrá comprobar si lo descrito en esta primera evaluación es reproducible. Una de estas limitaciones está relacionada con el resultado de alta prevalencia (total de niños clasificados en amarillo y rojo) detectada de problemas del neurodesarrollo (58.6%) en los 458 casos analizados. Seguramente, esta proporción será menor cuando se aplique la prueba EDI a nivel poblacional, además de que se podrá establecer con mayor certidumbre cómo se comporta EDI con los diferentes subdominios de IDB-2<sup>11</sup>. Otra limitación es que este estudio es transversal, por lo que aún se desconoce lo que ocurrirá cuando se realicen evaluaciones con la prueba EDI conforme avance la edad de los niños, o cuando se den intervenciones en los casos clasificados como amarillo. También se requiere conocer las causas o los diagnósticos de los casos que se detectaron como rojo<sup>12</sup>.

En conclusión, se puede afirmar que, con los resultados obtenidos en el presente estudio, el uso de un sistema de semaforización para los menores de 5 años con problemas en el desarrollo, clasificados como amarillo o rojo al aplicar la prueba EDI, permite identificar a niños con menores y mayores problemas en el neurodesarrollo. Esto puede contribuir a aplicar intervenciones diferenciadas inmediatamente después de aplicar la prueba. Sin embargo, para determinar con mayor solidez la capacidad de la prueba EDI para la identificación de niños con problemas de neurodesarrollo es necesario aumentar el número de niños en quienes se aplique la prueba, y que sus resultados se contrasten con el estándar de referencia.



## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

## Financiación

El estudio se llevó a cabo con financiamiento proveniente del Convenio CPSS/ART.1°/128/2011 realizado entre el Hospital Infantil de México Federico Gómez y la Comisión Nacional de Protección Social en Salud (CNPSS).

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Agradecimientos

A Joaquín Carrasco Mendoza, Fátima Adriana Antillón Ocampo, Hortensia Reyes Morales, Elías Hernández Ramírez, Ana Alicia Jiménez Burgos, Marta Lia Pirola, Rocío del Carmen Córdoba García, María Esther Valadez Correa, Jorge Carreón García, Víctor Hugo López Aranda, Iván Rivas Rodríguez, Caridad Araujo, Ricardo Pérez Cuevas, Olga Susana Lira Guerra, Edgar Flores Pérez, Heidi de Lourdes Río Hoyos, Roberto Robles Anaya y Amalia Reyes Peón.

## Referencias

1. Comisión Nacional de Protección Social en Salud. Manual para la aplicación de la prueba Evaluación del

- Desarrollo Infantil «EDI». México, D.F.: Secretaría de Salud; 2013 [consultado 15 Sep 2014]. Disponible en: <http://www.himfg.edu.mx/descargas/documentos/EDI/ManualparaLaPruebadeEvaluaciondelDesarrolloInfantil-EDI.pdf>
2. Comisión Nacional de Protección Social en Salud. Manual complementario para la aplicación de la prueba Evaluación del Desarrollo Infantil «EDI». México, D.F.: Secretaría de Salud, 2013 [consultado 15 Sep 2014]. Disponible en: <http://www.himfg.edu.mx/descargas/documentos/EDI/ManualComplementario-EDI.pdf>
3. Romo-Pardo B, Liendo-Vallejos S, Vargas-López G, Rizzoli-Córdoba A, Buenrostro-Márquez G. Prueba de tamizaje de neurodesarrollo global para niños menores de cinco años de edad validadas en Estados Unidos y Latinoamérica: revisión sistemática y análisis comparativo. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2012;69:450-62.
4. Streiner DL, Kottner J. Recommendations for reporting the results of studies on instrument and scale developing and testing. *J Adv Nurs*. 2014;70:1970-9.
5. Newborg J. Battelle Developmental Inventory (Spanish version). Ithaca, IL: Riverside Publishing; 2005.
6. Rizzoli-Córdoba A, Schnaas-Arrieta L, Liendo-Vallejos S, Buenrostro-Márquez G, Romo-Pardo B, Carreón-García J, et al. Validación de un instrumento para la detección oportuna de problemas del desarrollo en menores de 5 años en México. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2013;70:195-208.
7. Newborg J. Battelle Developmental Inventory (Spanish version). Cognitive domain item test book. Ithaca, IL: Riverside Publishing; 2005.
8. Newborg J. Battelle Developmental Inventory (Spanish version). Personal-social domain item test book. Ithaca, IL: Riverside Publishing; 2005.
9. Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA3-2012, Para la atención integral a personas con discapacidad. Secretaría de Salud. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 04/09/2012.
10. Newborg J. Battelle Developmental Inventory, Spanish. Motor domain item test book. 2nd ed Ithaca, IL: Riverside Publishing; 2005.
11. Rizzoli-Córdoba A, Schnaas-Arrieta L, Ortega-Riosvelasco F, Rodríguez-Ortega E, Villasis-Keever MA, Aceves-Villagrán D, et al. Child Development Evaluation Test analysis by field improves detection of developmental problems in children. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2014;71:154-62.
12. Flores-Huerta S. La importancia de las pruebas para evaluar el neurodesarrollo de los niños. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2013;70:175-7.